

含结构面高陡边坡开挖卸荷应力响应物理模型试验研究

Model test research on stress response of high and steep slopes with structural planes during excavation unloading

王乐华^{1,2} 黄天柱^{1,2} 李建林^{1,2} 周鑫^{1,2} 许晓亮^{1,2}

WANG Lehua^{1,2} HUANG Tianzhu^{1,2} LI Jianlin^{1,2} ZHOU Xin^{1,2} XU Xiaoliang^{1,2}

(1. 三峡大学三峡库区地质灾害教育部重点实验室, 湖北宜昌 443002;

2. 三峡大学土木与建筑学院, 湖北宜昌 443002)

(1. Key Laboratory of Geological Hazards on Three Gorges Reservoir Area, Ministry of Education, China Three Gorges University, Yichang 443002, China;

2. College of Civil Engineering and Architecture, China Three Gorges University, Yichang 443002, China)

摘要: 岩质边坡的失稳破坏受地质结构特征及人类活动等因素的影响显著。为探讨高陡边坡开挖卸荷过程中结构面对其应力变化的影响, 基于相似理论开展均质和含结构面的高陡边坡开挖卸荷物理模型试验, 研究模型初始应力场及开挖边坡内部应力响应规律, 分析结构面对应力场的影响及其机制。结果表明: (1) 加载过程中, 模型内部应力传导与结构面密切相关, 应力通过结构面时会产生应力阻隔现象和应力集中现象; 含结构面模型加载应力响应呈现出阶梯增加型、波动增加型和平缓增加型 3 种变化类型, 应力传导过程可分为应力加载、应力调整和应力稳定 3 个阶段。(2) 加载完成后, 应力由边界传导至模型内部时存在应力损失, 均质模型中单位长度 (1 cm) 应力损失率为 0.91%~1.17%, 含结构面模型内应力损失现象更显著。(3) 边坡开挖过程中, 模型内部应力呈现出了较为显著的应力分区 (原岩应力区、应力降低区、应力增高区和高应力区) 特征, 并随着开挖的推进而动态调整, 开挖完成后坡体应力降低幅度由靠近开挖面处向坡体内部逐渐趋缓。(4) 以开挖前后应力变化率为指标划分边坡应力区, 结构面的存在使应力降低区、应力增高区和高应力区范围有所扩大, 并且边坡内部应力分布与结构面和开挖面的空间位置密切相关。

关键词: 边坡工程; 模型试验; 高陡边坡; 结构面; 应力响应; 应力分布